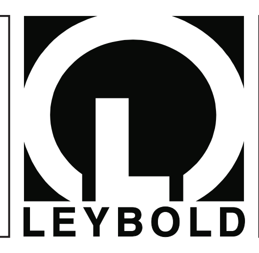
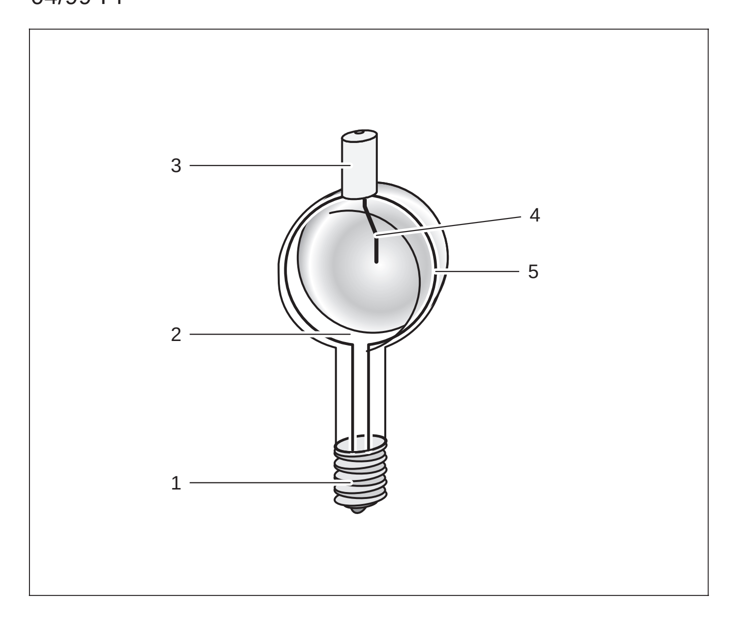
Enseñanza científica	Educación y capacitación técnica	Comercialización de productos



LEYBOLD DIDACTIC GmbH

04/99-Pr-



Instrucciones de servicio 558 77

Célula fotoeléctrica (558 77)

1 Portalámpara E14, para la conexión del ánodo anular
2 Bulbo de vidrio evacuado
3 Cubierta de latón, para la conexión del fotocátodo
4 Fotocátodo
5 Anodo anular

1 Descripción

La célula fotoeléctrica sirve para la demostración del efecto fotoeléctrico. Al irradiar el fotocátodo con luz se liberan electrones desde el fotocátodo, los cuales pueden ser detectados como fotocorriente en el ánodo anular mediante un circuito apropiado. También es posible mostrar que la energía de la luz es proporcional a la frecuencia de la radiación, y que la energía es independiente de la intensidad de la radiación. Al irradiar el fotocátodo con luz monocromática se puede determinar la constante de Planck *h*.

El resultado de este experimento que Einstein puso en evidencia con el principio de Planck para radiación del cuerpo negro pone de manifiesto la cuantización de la luz.

Instrucciones de seguridad

La fotocelda se compone de un bulbo de vidrio evacuado y se puede quebrar fácilmente:

- No someter a la célula fotoeléctrica a esfuerzos mecánicos.

La célula fotoeléctrica puede dañarse irreparablemente si el fotocátodo se calienta demasiado:

- Preservar a la célula fotoeléctrica de calentamientos.
- Preservar a la célula fotoeléctrica de irradiaciones luminosas intensas.
- Conservar la célula fotoeléctrica por ej. en la *Montura para célula fotoeléctrica* (558 791) o en el *Equipo compacto para la determinación de la constante de Planck h* (558 79) y proteger a éste de la irradiación solar directa.
- Observar las instrucciones de servicio antes de calentar el ánodo anular.

2 Datos técnicos

Fotocátodo:

Material:	Potasio sobre capa oxidada de plata
Dimensiones:	40 mm ∅
Contactos:	Cubierta cilíndrica de latón, 10 mm ∅

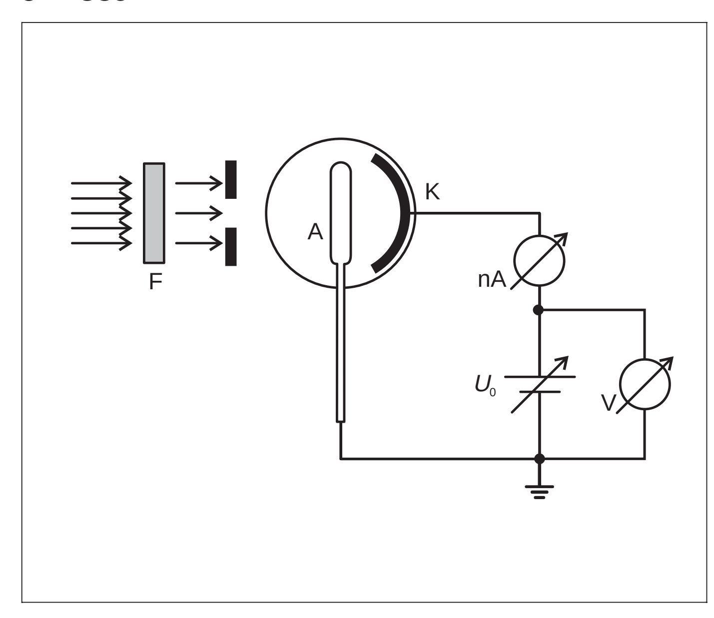
Anodo anular:

Material:	Aleación de platino-rodio
Dimensiones:	30 mm ∅
Contactos:	dos polos sobre portalámpara E14, para el calentamiento del anillo
Resistencia:	1-2 Ω

Datos generales:

Fotocorriente típica:	0,1-1 µA (al irradiar con luz no filtrada de la lámpara de Hg)
Dimensiones:	11 cm × 4 cm × 2,5 cm
Peso:	20 g

3 Uso



− Emplear fuentes de luz monocromática apropiadas.

− Realizar la conexión eléctrica de la célula fotoeléctrica apropiadamente (véase también las instrucciones de servicio sobre la *Montura para célula fotoeléctrica* (558 791) o sobre el *Equipo compacto para la determinación de la constante de Planck h* (558 79).

− Procurar que el haz de luz no incida sobre el ánodo anular ni sobre el alambre de conexión del fotocátodo.

− Al cambiar la longitud de onda procurar que siempre sea iluminado el mismo lugar sobre el fotocátodo.

Nota: El recubrimiento del fotocátodo puede ser no homogéneo localmente y por esta razón el trabajo de liberación para los fotoelectrones puede variar de un lugar a otro. Esto puede conducir a resultados erróneos, sobre todo cuando la mancha de luz sobre el fotocátodo al cambiar la longitud de onda. Esta circunstancia ha sido considerada en la construcción en la *Montura para célula fotoeléctrica* (558 791) y en el Equipo compacto para la determinación de la constante de Planck h (558 79) mediante los diafragmas respectivos.

4 Principio de la determinación de h

Principios:

Si el fotocátodo de la célula fotoeléctrica es iluminado con suficiente luz de onda corta, entonces se liberarán electrones. La energía de los fotones es convertida para remontar el trabajo de liberación W. La energía sobrante se transforma en energía cinética de los electrones. Se cumple:

$$h \cdot v = \frac{m}{2} \cdot v^2 + W$$

Aquí se debe tener en cuenta que el trabajo de liberación W es una constante del material, en los que los diferentes potenciales de salida del cátodo y ánodo son considerados. En particular el potencial de salida del cátodo es una magnitud difícil de estimar, ya que la superficie del cátodo no es homogénea debido al proceso de fabricación. Esta se compone de una mezcla de potasio, óxido de potasio plata oxidada. Por esta razón se debe procurar que se ilumine la misma zona al irradiar el cátodo con luz de diferente longitud de onda.

Si ahora entre el cátodo y el ánodo se aplica una contratensión U, entonces fluye una corriente, y se cumple que:

$$\frac{m}{2} \cdot v^2 < e \cdot U$$

Tan pronto como la contratensión sea tan alta que ningún electrón pueda marchar contra ella, no fluirá más corriente. Para el valor límite

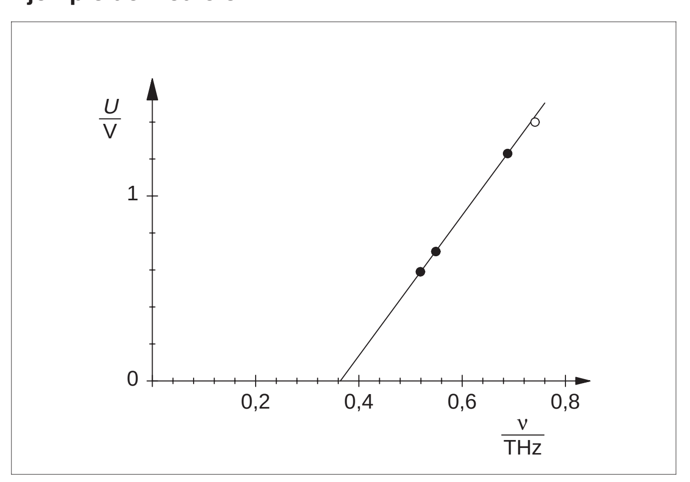
$$U_0 = \frac{1}{e} \cdot \frac{m}{2} \cdot v^2$$

es válido

$$U_0 = \frac{1}{e} \cdot (h \cdot \nu - W)$$

Si representamos este parámetro en función de la frecuencia ν, de la pendiente de las rectas y suponiendo conocido el valor de la carga elemental e se obtiene la constante de Planck h.

Ejemplo de medición:



Color	$\frac{\lambda}{nm}$	$\frac{\nu}{THz}$	$\frac{U_0}{V}$
amarillo	578	0,519	0,59
verde	546	0,549	0,70
azul	436	0,688	1,23
violeta	405	0,741	1,40

Pendiente: $\frac{\Delta U_0}{\Delta \nu} = 3{,}8 \cdot 10^{-15} \frac{V}{Hz}$

Con e = $1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C se obtiene h = $6{,}1 \cdot 10^{-34}$ Js

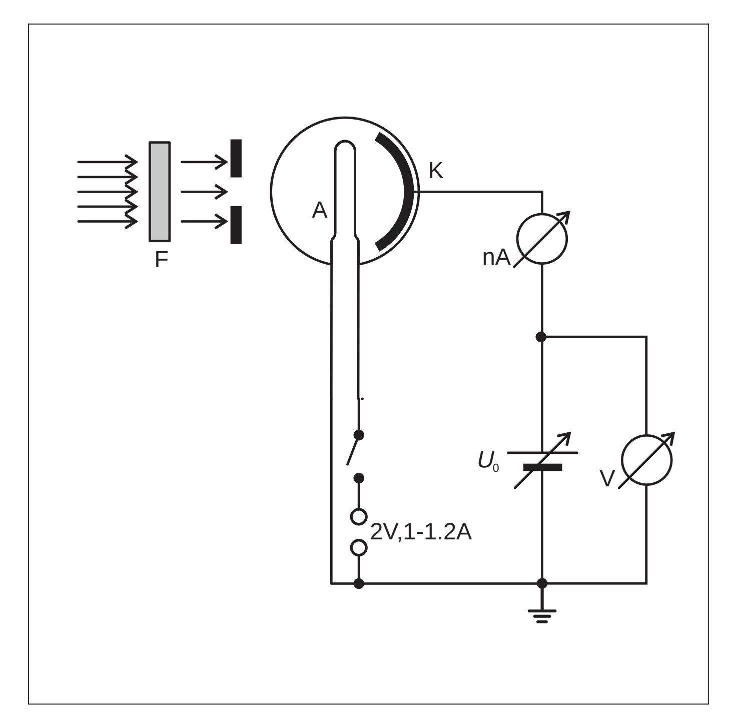
Valor de la literatura: h = $6{,}626 \cdot 10^{-34}$ Js

Nota: Los valores medidos indicados en la tabla para las tensiones U_0 pueden variar fuertemente de célula fotoeléctrica a célula fotoeléctrica, incluso dependiendo de la zona iluminada sobre el fotocátodo. Las diferencias de las tensiones son por el contrario reproducibles dentro del error de medición.

5 Calentamiento del ánodo anular

En células fotoeléctricas muy antiguas puede ser necesario calentar el ánodo anular si han sido expuestas a temperaturas ambientes elevadas o irradiadas con altas intensidades de luz, y el potasio se haya depositado sobre el ánodo anular.

Atención: El calentamiento solo debe realizarse si los resultados de la medición no pueden ser mejorados mediante otra condición, ya que los átomos de potasio evaporados desde el ánodo pueden haberse depositado en toda la célula fotoeléctrica. En particular si se manipula incorrectamente la capa de potasio del fotocátodo puede ser sobrecalentada y se libera más potasio, depositándose eventualmente en toda la célula fotoeléctrica. Esto puede dañar irreparablemente a la célula fotoeléctrica.



- Realizar el montaje eléctrico de acuerdo con la figura.
- Aplicar la contratensión U_0 de 1 a 2 V entre ánodo y cátodo.
- Poner en funcionamiento el amplificador de medición para la medición de la fotocorriente.
- Aplicar la tensión de calentamiento para el ánodo (2 V, aprox. 1,0-1,2 A) y observar al mismo tiempo la indicación de la fotocorriente.

Tan pronto la fotocorriente cambie de signo después de aprox. 1 a 2 s (El cambio de signo es el mejor criterio de que el calentamiento es suficiente):

- Desconectar la tensión de calentamiento.
- Por ningún motivo calentar por más tiempo o trabajar más tiempo con corrientes menores de calentamiento.

6 Búsqueda de fallas

Problema: Los valores medidos para la contratensión U_0 fluctúan demasiado y no son reproducibles.

Causa	Medidas a tomar
Las fotocorrientes son muy pequeñas, por ello las distorsiones son demasiado pronunciadas. La puesta a tierra no ha sido hecha con cuidado.	− Poner a tierra el montaje en conexión en estrella, No generar bucles cerrados de tierra, que puedan hacer las veces, de antenas. − Poner a tierra la carcasa de la célula fotoeléctrica. − Poner a tierra el blindaje del cable coaxial para la medición de corriente. − Eventualm. poner a tierra el banco óptico. − Eventualm. utlizar un asidero de puesta a tierra.

Problema: Los valores medidos para la contratensión U_0 son estables, sin embargo las diferencias de tensión son demasiado pequeñas.

Causa	Medidas a tomar
El aislamiento de la célula fotoeléctrica falla.	− Mantener limpios, la célula fotoeléctrica y en especial el bulbo de vidrio. − Limpiar eventualm. la célula fotoeléctrica con alcohol.
Los contactos oxidados crean resistencias de transición.	− Mantener limpios los contactos, en caso dado limpiar cuidadosamente por ej. con alcohol o con una goma de borrar la suciedad impregnada y luego con alcohol.
La superficie del cátodo no es homogénea en su recubrimiento de potasio que repercute en el trabajo de salida. Después de un cambio de la longitud de onda no se irradia la misma superficie.	− Utilizar un diafragma para la incidencia de luz en la célula fotoeléctrica (en 558 79 y 558 791 está incluido).
El ánodo está siendo iluminado directamente. Los electrones son liberados y contribuyen a una corriente inversa.	− Utilizar un diafragma para la incidencia de luz en la célula fotoeléctrica (en 558 79 y 558 791 está incluido).
Intensidades de luz grandes causan reflejos sobre el ánodo anular.	− Seleccione una intensidad de luz no tan alta, para atenuarla utilice por ej. un diafragma de iris como filtro espacial o polarizadores cruzados.
Se ha depositado potasio sobre el ánodo. El trabajo de salida de los electrones es extremadamente pequeño y las corrientes inversas son muy altas.	Sólo cuando ninguna de las medidas mencionadas anteriormente no dan resultado: − Calentar el ánodo, para evaporar el potasio.

LEYBOLD DIDACTIC GMBH · Leyboldstrasse 1 · D-50354 Hürth · Phone (02233) 604-0 · Telefax (02233) 604-222 · e-mail: info@leybold-didactic.de